پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۹ شمارهٔ۲، نیمهٔ دوّم ۱۳۹۷، صفحهٔ ۴۰-۲۸

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 9, No. 2, 2018, p. 28-40
DOI: 10.22067/ijpr.v9i2.53943

بررسی تغییرات عملکرد و کیفیت بذر ماش در پاسخ به عوامل محیطی در تاریخ‌های مختلف کاشت

سیده‌سکینه حسینی[1]، فرشید قادری‌فر[2]، افشین سلطانی[3]، یونس محمدنژاد[4] و مرتضی گرزین[5*]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان، farshidghaderifar@yahoo.com
۲- دانشیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، farshidghaderifar@yahoo.com
۳- استاد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، afsoltani@yahoo.com
۴- استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی گرگان، ایران، yonesmn@gmail.com
۵- دانشجوی دکتری زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۲/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۱۳

چکیده

در این مطالعه تغییرات عملکرد و کیفیت بذر ماش (*Vigna radiata* L.) در پاسخ به برخی عوامل محیطی نظیر دما، رطوبت نسبی، بارندگی و طول دوره روشنایی در تاریخ‌های مختلف کاشت در شرایط مزرعه مورد ارزیابی قرار گرفت. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد در سال زراعی۱۳۸۹ انجام شد. در این تحقیق ژنوتیپ VC-1973A در پنج تاریخ کاشت (۲ اردیبهشت، ۲۰ اردیبهشت، ۱۳خرداد، ۳۰ خرداد و ۲۰ تیر) کشت شد. پس از اندازه‌گیری عملکرد دانه، کیفیت بذر با استفاده از آزمون‌های جوانه‌زنی، تسریع پیری، هدایت الکتریکی و بررسی درصد سبزشدن در مزرعه تعیین شد. وقوع بارندگی و رطوبت نسبی بالا همراه با دماهای بسیارزیاد (بیش از $40^{\circ C}$) طی دوره پُرشدن بذر در کشت‌های زودهنگام باعث کاهش درصد جوانه‌زنی و افزایش هدایت الکتریکی بذرها شد؛ اما به ازای هر روز تأخیر در کاشت، جوانه‌زنی پس از تسریع پیری به میزان ۰/۲۳درصد افزایش و هدایت الکتریکی به میزان ۰/۴۸میکروزیمنس بر سانتی‌متر بر گرم کاهش یافت. برخلاف کیفیت بذر، عملکرد بذر به ازای هر روز تأخیر در کاشت به میزان ۱۰/۸۴ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت که مهم‌ترین دلیل آن کاهش طول مراحل مختلف نمو و به‌ویژه دوره پُرشدن بذر بود. از آنجایی که تاریخ کاشت مناسب، آن است که ضمن حفظ خصوصیات کیفی بذر در سطح مطلوب، عملکرد بالایی نیز تولید کند، انتظار می‌رود با کاشت ماش در اواسط خرداد بتوان ضمن دستیابی به عملکرد مطلوب، بذرهایی با کیفیت بالا نیز تولید کرد.

واژه‌های کلیدی: دما، جوانه‌زنی بذر، زمان حرارتی، طول دوره روشنایی، قدرت بذر

مقدمه

ماش (*Vigna radiata* L.) گیاهی یکساله، دولپه‌ای و از خانواده پروانه‌آسا می‌باشد که به صورت بوته‌ای بالارونده رشد می‌کند و ازجمله حبوبات رایج در بسیاری از کشورهای آسیایی به‌شمار می‌رود. دانه ماش سرشار از پروتئین و انواع ویتامین‌ها است و جزو علوفه‌های خوش‌خوراک برای دام‌ها محسوب می شود (Koocheki & BanayanAval, 2007).

تاریخ کاشت به‌عنوان یکی از مسائل مهم به‌زراعی از طریق فراهم‌کردن شرایط محیطی متفاوت، بر طول مراحل مختلف رشد و نمو مؤثر است و بدین ترتیب یک عامل بسیارمهم در تعیین عملکرد و کیفیت بذر یک رقم در یک منطقه معین می‌باشد (Samarah & Abu-Yahya, 2008; Hashemi Jazi, 2001). تاریخ‌های مختلف کاشت باعث ایجاد شرایط متفاوتی از لحاظ دما، رطوبت نسبی، طول روز، تشعشع و شیوع آفات و بیماری‌ها می‌شود که این عوامل ویژگی‌های کمّی و کیفی بذر را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Calvino *et al.*, 2003; Sastawa *et al.*, 2004). تاریخ کاشت مناسب

*نویسنده مسئول: gorzin.agron@gmail.com

موجب بهره‌گیری بهینه از شرایط اقلیمی نظیر درجه‌حرارت، رطوبت، طول روز و نیز تطابق دوره گلدهی و پُرشدن دانه با شرایط مناسب محیطی می‌شود و درنتیجه می‌تواند باعث بهبود عملکرد و کیفیت بذر شود.

کیفیت بذر نیز به‌عنوان یک عامل بسیار مهم، به‌طور مستقیم بر تراکم بوته و عملکرد نهایی بذر به‌خصوص زمانی که شرایط خاک و هوا طی مراحل استقرار گیاهچه‌ها نامساعد باشد، مؤثر است. مفهوم کیفیت بذر به بیان دقیق از سه جزء قابل تفکیک تشکیل شده است که شامل سلامت بذر، قابلیت حیات (قوه نامیه) بذر و قدرت بذر می‌باشد. بر اساس تعریف انجمن بین‌المللی آزمون بذر، قدرت بذر به کلیه ویژگی‌هایی اطلاق می‌شود که میزان فعالیت بالقوه یا عمکرد بذر را در طول جوانه‌زنی و سبزشدن تعیین کند. این ویژگی‌ها شامل توانایی توده بذر برای تولید گیاهچه‌های طبیعی، توانایی بالقوه ظهور گیاهچه در مزرعه و یکنواختی گیاهان تولیدشده و در نهایت قابلیت بالقوه ذخیره‌سازی بذر می‌باشند (Hampton & Tekrony, 1995). سلامت بذر نیز نشان‌دهنده وجود یا عدم وجود عوامل بیماری‌زا مانند قارچ‌ها، باکتری‌ها و ویروس‌ها بوده و شاید دربرگیرنده شرایط فیزیولوژیکی مانند علایم کمبود عناصر باشد (Ghassemi Golezani & Hosseinzadeh Mahootchi, 2010). کیفیت بذر در مزرعه تحت تأثیر شرایط محیطی طی مراحل نمو و رسیدگی بذر قرار می‌گیرد. عواملی چون دمای بالا (Keigly & Mullen, 1986)، خشک‌ومرطوب شدن متوالی هوا (Woodstock *et al*., 1985)، رطوبت نسبی بالا و بارندگی‌های متوالی (Mengistu *et al*., 2009) اثرات منفی قابل‌توجهی بر کیفیت بذر می‌گذارند. در صورت بروز چنین شرایطی طی مراحل نمو بذر در مزرعه کیفیت بذر کاهش می‌یابد. واضح است که چنین شرایطی هم می‌تواند در تاریخ‌های کاشت زودهنگام و نیز دیرهنگام رخ دهد. بنابراین تاریخ کاشت مطلوب برای دستیابی به حداکثر کیفیت بذر ممکن است لزوماً همان تاریخ کاشتی نباشد که در آن حداکثر عملکرد حاصل می‌شود؛ زیرا تأخیر در کاشت گیاهان زراعی همواره باعث کاهش طول دوره رشد و نمو و درنتیجه کاهش تجمع ماده خشک رویشی می‌شود. این رویداد از طریق کاهش تعداد غلاف و دانه در بوته منجر به کاهش عملکرد دانه می‌شود (Anderson & Vasilas, 1985; Mayers *et al*., 1998). اما مطالعات گوناگونی که بر روی گیاهان مشابه ماش مانند سویا انجام شده، حاکی از افزایش کیفیت بذر در نتیجه تأخیر در کاشت می‌باشد (Egli *et al*., 2005; Mayhew & Cavines, 1994; Gorzin, 2013).

با توجه به این موضوع که تاریخ کاشت نقش بسیارمهمی در تعیین عملکرد و کیفیت بذر ایفا می‌کند، بررسی تأثیر این عامل مدیریتی بر خصوصیات کمی و کیفی بذر امری ضروری می‌باشد. لذا این تحقیق به‌منظور ارزیابی قابلیت جوانه‌زنی و قدرت بذر (کیفیت بذر) و نیز عملکرد بذر ماش در توده‌های بذری حاصل از تاریخ‌های مختلف کاشت در گنبد و نیز یافتن پاسخی به این سؤال مهم انجام شده است که آیا حداکثر عملکرد و کیفیت بذر در ماش در تاریخ کاشت مشابهی حاصل می‌شود؟ در غیراین‌صورت، چه راهکارهایی وجود دارد تا بتوان با اعمال آن‌ها ضمن دست‌یافتن به حداکثر عملکرد بذر در یک تاریخ کاشت معین به بالاترین کیفیت بذر نیز دست یافت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور ارزیابی کیفیت بذر ماش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد واقع در سه کیلومتری شمال شرقی شهرستان گنبد طی سال زراعی ۱۳۸۹ انجام شد. این ایستگاه در عرض جغرافیایی ۳۷درجه و ۱۶دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۵درجه و ۱۲دقیقه شرقی و ارتفاع ۴۵متری از سطح دریا قرار دارد. در این تحقیق ژنوتیپ VC–1973A در پنج تاریخ کاشت (شامل ۲ اردیبهشت، ۲۰ اردیبهشت، ۱۳خرداد، ۳۰ خرداد و ۲۰تیر) کشت شد. در این ژنوتیپ که دارای تیپ رویشی ایستاده می‌باشد، غلاف‌ها در انتهای ساقه اصلی و هر یک از شاخه‌ها تشکیل می‌شوند. دانه‌های مربعی شکل با سطحی صاف تا کمی چروکیده از دیگر ویژگی‌های این ژنوتیپ است. قبل از کشت با نمونه‌برداری از خاک مزرعه و انجام آزمون خاک، برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک اندازه‌گیری شد (جدول۱). بعد از آماده سازی زمین در تاریخ‌های مورد نظر، کاشت به صورت دستی و به صورت مسطح صورت گرفت. هر کرت شامل هشت ردیف کاشت بود. فاصله بین ردیف ۴۰سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۸سانتی متر بود. به منظور دست‌یابی به پوشش یکنواخت در سطح مزرعه، در هر محل کاشت سه بذر ماش قرار داده شد. پس از سبزشدن و استقرار بوته‌ها عملیات تنک در دو مرحله دوبرگی و چهاربرگی صورت گرفت. برای مبارزه با آفات طی فصل رشد از آفت‌کش‌های توصیه‌شده استفاده شد. پس از رسیدن بوته‌ها به مرحله برداشت، غلاف‌های رسیده با دست از بوته‌ها جدا شدند. برای جداسازی بذرها از غلاف نیز از روش دستی استفاده شد.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1. Some of soil physiochemical traits of experimental field

عمق نمونه‌برداری Depth of sampling (cm)	هدایت الکتریکی Electrical conductivity ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته Acidity (pH)	کربن آلی Organic Carbon (٪)	نیتروژن کل Total Nitrogen (٪)	فسفرقابل‌دسترس Available Phosphorus ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم‌قابل‌دسترس Available Potassium ($mg.kg^{-1}$)	بافت‌خاک Soil texture
0-30	0.73	8.1	1.2	0.12	9.5	640	Silty loam

برای تعیین قابلیت جوانه‌زنی و قدرت بذر از آزمون‌های جوانه‌زنی، تسریع پیری و هدایت الکتریکی (در قالب طرح کاملاً تصادفی) بر اساس روش Hampton & Tekrony (1995) استفاده شد. همچنین برای تأیید نتایج حاصل از آزمون‌های آزمایشگاهی، درصد سبزشدن هر یک از نمونه‌های بذری در مزرعه نیز مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای این کار، از هر نمونه بذری تعداد ۲۰۰ بذر در دو ردیف کاشت به طول دومتر در سه تکرار به‌صورت دستی کشت شد. سپس تعداد گیاهچه‌های سبزشده به‌صورت روزانه شمارش گردید و در نهایت درصد سبزشدن محاسبه شد. به‌منظور تعیین عملکرد دانه نیز مساحتی معادل یک مترمربع از هر کرت برداشت شد. برای حذف اثر حاشیه از دو ردیف کناری و یک متر ابتدا و انتهای هر کرت نمونه‌برداری صورت نگرفت.

برای ارزیابی تغییرات طول دوره روشنایی در تاریخ‌های مختلف کاشت، ابتدا دوره رشد گیاه را به سه دوره مهم نموی شامل کاشت تا گل‌دهی (PD-R1)، گل‌دهی تا شروع پُرشدن دانه (R1-R5) و شروع پُرشدن دانه تا رسیدگی فیزیولوژیک دانه (R5-R7) تقسیم کرده و سپس میانگین طول دوره روشنایی (ساعت) در هر یک از این سه مرحله با استفاده از برنامه PP-calc (Soltani & Maddah, 2010) محاسبه شد. به‌علاوه، میانگین طول دوره روشنایی از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک (PD-R7) نیز با استفاده از همین روش محاسبه و مورد استفاده قرار گرفت. در این مطالعه، برای ثبت مراحل فنولوژی ماش از کلیدهای استاندارد نموی معرفی‌شده توسط Fehr & Caviness (1980) که در ثبت مراحل فنولوژی سویا به‌کار می‌رود، بهره‌گیری شد.

همچنین داده‌های روزانه حداکثر و حداقل دمای هوا از ایستگاه سینوپتیک گنبد کاووس به‌دست آمد. سپس با استفاده از میانگین حداکثر و حداقل دمای روزانه، میانگین دمای روزانه محاسبه شد. برای جداسازی اثرات طول دوره روشنایی و دما بر نمو، طی دوره‌های PD-R1، R1-R5، R5-R7 و PD-R7 از یک تابع خطی سه‌بخشی استفاده شد (Kantolic & Slafer, 2005). با توجه به این‌که میزان نمو در روز t [D(t)] تابعی از دما است:

معادله (۱):

$$D(t)=0 \qquad \text{If} \quad T<Tb \text{ or } T>Tc$$

$$D(t)=\frac{T-Tb}{To1-Tb} \qquad \text{If} \quad Tb<T<To1$$

$$D(t)=\frac{Tc-T}{Tc-To2} \qquad \text{If} \quad To2<T<Tc$$

$$D(t)=1 \qquad \text{If} \quad To1<T<To2$$

در این تابع T میانگین دمای روزانه، Tb دمای پایه که در پایین‌تر از آن نمو صورت نمی‌گیرد، To1 دمای مطلوب تحتانی، To2 دمای مطلوب فوقانی و Tc دمای سقف که در بالاتر از آن نمو صورت نمی‌گیرد، می‌باشند. در این تابع دمای پایه $۷/۵^{\circ c}$، دمای مطلوب تحتانی و فوقانی $۳۰^{\circ c}$ و دمای سقف $۴۰^{\circ c}$ درنظر گرفته شد (Chauhan *et al*, 2010). کلیه محاسبات با استفاده از برنامه GDD-calc انجام شد (Soltani & Maddah, 2010). پس از محاسبه زمان حرارتی (TT)[1] یا همان درجه روز رشد تجمعی (GDD)[2] با استفاده از معادله ۱، تعداد روزهای دمایی (TD)[3] تجمعی در هر یک از دوره‌های نموی ($PD\text{-}R_1$، $R_1\text{-}R_5$، $R_5\text{-}R_7$ و $PD\text{-}R_7$) با استفاده از معادله ۲ محاسبه و به عنوان طول هر یک از دوره های نمو درنظرگرفته شد.

[1] Thermal time

[2] Growth degree day

[3] Thermal days

معادله (۲):

$$TD = \frac{TT}{To1 - Tb}$$

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار (Institute, Inc) SAS 9.1.3 و برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel 2007 استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵درصد استفاده شد. همچنین برای توصیف روابط موجود میان صفات مورد اندازه‌گیری و تاریخ کاشت از تابع خطی درجه۱ (معادله ۳) و مدل دوتکه‌ای (معادله ۴) استفاده شد.

معادله (۳):

$$y = ax + b$$

در این معادله y صفت مورد بررسی، x تاریخ کاشت به صورت روز از آغاز سال، a شیب خط و b عرض از مبدأ می‌باشد.

معادله (۴):

$$\begin{cases} y = \left(\dfrac{x-a}{b-a}\right) \div c & \text{If } x \leq b \\ y = \left(\dfrac{1-(x-b)}{d-b}\right) \div c & \text{If } x > b \end{cases}$$

در این معادله y صفت مورد بررسی (در اینجا طول دوره نمو)، x تاریخ کاشت (روز سال)، a حداقل مقدار x که در آن طول دوره نمو به صفر می‌رسد، b مقداری از x که در آن حداکثر y رخ می‌دهد (نقطه چرخش منحنی)، d حداکثر مقدار x که در آن طول دوره نمو مجدداً به صفر می‌رسد و c معکوس y در شرایطی است که x برابر b می‌باشد.

نتایج و بحث

با توجه به شرایط آب و هوایی حادث در طول دوره رشد در هر یک از تاریخ‌های کاشت، در هر پنج تاریخ کاشت حداکثر دمای هوا که نقش مهمی در تعیین کیفیت بذرهای تولیدی دارد (Egli *et al.*, 2005)، طی دوره پُرشدن بذر (R_5-R_7) همواره بیش از ۳۵درجه سانتی‌گراد بود. همچنین در تاریخ کاشت اول و دوم حداکثر دمای هوا طی مرحله R_5-R_7 از مرز ۴۰درجه سانتی‌گراد نیز فراتر رفت (شکل۱، a). حداکثر رطوبت نسبی هوا طی مرحله R_5-R_7 عمدتا کمتر از۸۰درصد بود، اما در تاریخ کاشت اول مقدار آن طی مرحله R_5-R_7 از مرز۹۰درصد نیز گذشت. به‌علاوه، در هیچ‌یک از تاریخ‌های کاشت به استثنای تاریخ کاشت اول (۲اردیبهشت) طی دوره پُرشدن بذر بارندگی صورت نگرفت (شکل۱، b).

بر اساس داده‌های جدول۲، تاریخ کاشت دوم در کلیه مراحل نموی (به‌استثنای R_5-R_7) بیشترین GDD را دریافت نمود. از طرف دیگر، طول دوره روشنایی در هر یک از مراحل نموی از تاریخ کاشت اول تا تاریخ کاشت دوم (R_1-R_5 و PD-R_7) و سوم (PD-R_1) افزایش یافت و با تأخیر بیشتر در کاشت، به‌تدریج کاهش پیدا کرد. اما در مرحله R_5-R_7 بیشترین GDD و طول دوره روشنایی در تاریخ کاشت اول مشاهده شد و پس از آن با تأخیر در کاشت از مقدار آن‌ها کاسته شد (جدول ۲). در نتیجه، طول دوره (روز دمایی) R_5-R_7 نیز با تأخیر در کاشت به‌صورت خطی کاهش یافت (شکل ۲). این در حالی بود که طول دوره سایر مراحل نموی از یک منحنی دوتکه‌ای تبعیت کرد، به‌نحوی‌که در ابتدا طول هر یک از این مراحل نموی تا تاریخ کاشت دوم افزایش یافت و پس از آن مجدداً شروع به کاهش نمود (شکل ۲).

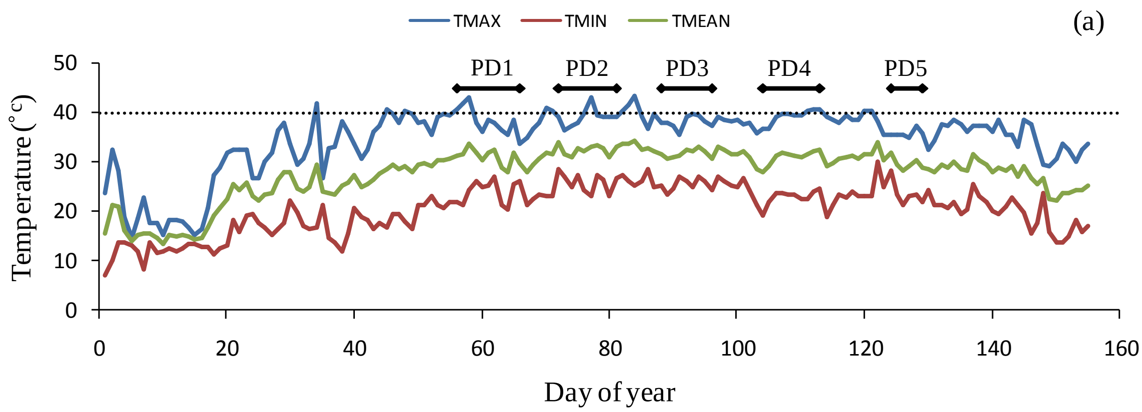
نتایج تجزیه همبستگی بین طول هر یک از مراحل نموی و طول دوره روشنایی نیز نشان داد که تنها طول دوره پُرشدن دانه (R5-R7) و طول کل دوره رشد از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک (PD-R7) تحت تأثیر طول دوره روشنایی قرار گرفت (جدول۴). همچنین طول دوره رشد از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک تحت تأثیر طول دوره روشنایی از کاشت تا شروع گل‌دهی قرار نگرفت، اما طول دوره روشنایی در سایر مراحل نموی بر آن مؤثر بود (جدول ۴).

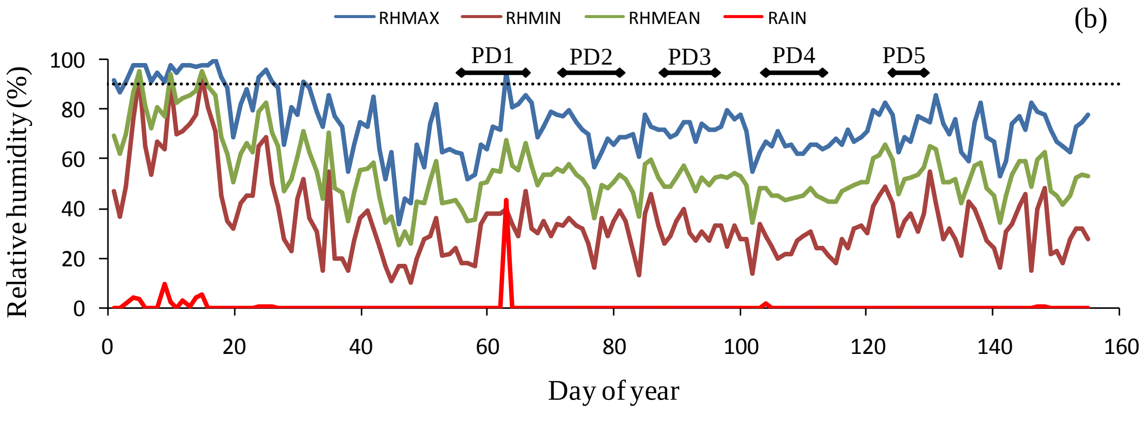
در این تحقیق، با تأخیر در کاشت، کیفیت بذر همواره افزایش یافت (شکل۳). هرچند درصد جوانه‌زنی در بذرهای پیرنشده اختلاف معنی‌داری نسبت به یکدیگر نداشتند (شکل۳، a)، اما جوانه‌زنی در بذرهای پیرشده به ازای هر روز تأخیر در کاشت به میزان ۰/۲۳درصد افزایش یافت (شکل۳،b). هدایت الکتریکی نیز به ازای هر روز تأخیر در کاشت به میزان ۰/۴۸میکروزیمنس بر سانتی‌متر بر گرم کاهش یافت (شکل۳، c). اگرچه به ازای هر روز تأخیر در کاشت، قابلیت سبزشدن بذرها در شرایط مزرعه نیز به‌صورت خطی به میزان ۰/۲۳درصد افزایش یافت، اما اختلاف بین تیمارها معنی‌دار نبود (شکل۳، d).

برخلاف کیفیت بذر که با تأخیر در کاشت همواره افزایش یافت، عملکرد و اجزای عملکرد بذر با تأخیر در کاشت به‌تدریج کاهش پیدا کردند (شکل۴)؛ به‌طوری‌که تعداد غلاف و بذر در هر بوته به ازای هر روز تأخیر در کاشت به‌ترتیب به میزان ۰/۲۶ و ۱/۹۰ کاهش یافتند (شکل۴، a و b). وزن بذر (۱۰۰۰×) نیز با تأخیر در کاشت با شیب ۰/۳۰- کاهش یافت (شکل۴، c). به دنبال این تغییرات، عملکرد بذر نیز از یک روند کاهشی برخوردار بود. بیشترین عملکرد بذر (۱۱۴۴/۴

کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت نخست (۲ اردیبهشت) به دست آمد. پس از آن به‌ازای هر روز تأخیر در کاشت عملکرد بذر به میزان ۱۰/۸۴ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت و در نهایت در تاریخ کاشت آخر (۲۱ تیر) به کمترین مقدار خود (۲۹۹ کیلوگرم در هکتار) رسید (شکل۴، c).

بررسی ارتباط عملکرد و کیفیت بذر با طول هر یک از مراحل نموی با استفاده از تجزیه همبستگی داده‌ها نشان داد که طول مراحل نمو بر کیفیت و عملکرد بذر مؤثر می‌باشد (جدول ۵). درصد جوانه‌زنی و سبزشدن در مزرعه همبستگی معنی‌داری با طول هیچ یک از مراحل نموی نداشتند، اما درصد جوانه‌زنی در بذرهای پیرشده، همبستگی منفی معنی‌داری با طول هر یک از مراحل نموی داشت. هدایت الکتریکی نیز همبستگی مثبت معنی‌داری با طول هر یک از مراحل نموی داشت (جدول ۵). بنابراین، با افزایش تعداد روزهای دمایی تجربه‌شده (یا به عبارتی افزایش GDD دریافت شده) توسط گیاه کیفیت بذر کاهش یافت (کشت‌های زودهنگام) و با کاهش آن کیفیت بذر افزایش یافت (کشت‌های تأخیری). این در حالی بود که بین عملکرد و اجزای عملکرد بذر و تعداد روزهای دمایی تجربه‌شده توسط گیاه همبستگی مثبی وجود داشت. بر این اساس، کاشت زودهنگام با افزایش طول هر یک از مراحل نموی باعث افزایش و تأخیر در کاشت از طریق کاهش طول مراحل نمو منجر به کاهش عملکرد و اجزای عملکرد بذر شدند (جدول ۵).





شکل ۱- حداکثر، حداقل و میانگین دما (a)؛ حداکثر، حداقل و میانگین رطوبت نسبی هوا و میزان بارندگی (b)، طی دوره پُرشدن بذر (R_5 - R_7) در تاریخ‌های مختلف کاشت

(◆———◆ نشان دهنده طول دوره R_5-R_7 در تاریخ‌های مختلف کاشت هستند که با PD1، PD2، PD3، PD4 و PD5 نشان داده شده‌اند).

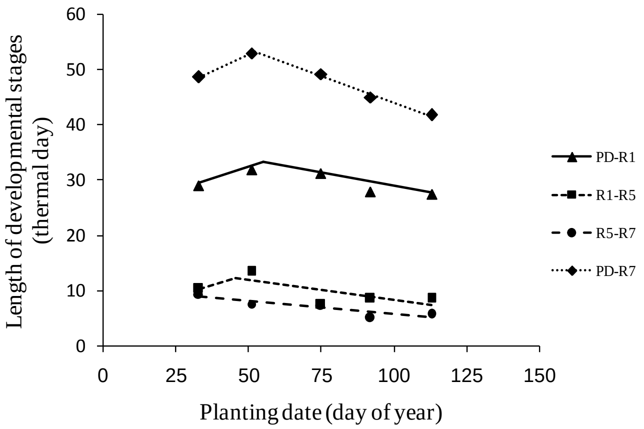
Fig. 1. Maximum, minimum and mean air temperature (a); maximum, minimum and mean relative humidity and rainfall (b) during seed filling period (R_5-R_7) for different planting dates

(◆———◆ shows length of R_5-R_7 in different planting dates, that displayed with PD1, PD2, PD3, PD4, and PD5).

جدول ۲- درجه‌روز رشد (GDD) و طول دوره روشنایی (PP) دریافت‌شده در هر یک از مراحل نموی

Table 2. Growth degree day (GDD) and photoperiod (PP) received in the developmental stages

Planting date	تاریخ کاشت	PD-R1		R1-R5		R5-R7		PD-R7	
		GDD	PP	GDD	PP	GDD	PP	GDD	PP
April 21	۲ اردیبهشت	650	15.0	233	15.6	211	15.7	1094	15.4
May 10	۲۰ اردیبهشت	717	15.40	304	15.7	170	15.6	1191	15.6
June 3	۱۳ خرداد	702	15.7	168	15.5	165	15.3	1034	15.5
June 20	۳۰ خرداد	629	15.6	192	15.1	114	14.8	936	15.2
July 12	۲۱ تیر	618	15.1	194	14.23	128	14.2	940	14.6



شکل ۲- طول هر یک از مراحل نمو (بر اساس روز دمایی) در تاریخ‌های مختلف کاشت

Fig. 2. The length of developmental stages (based on thermal day) in different planting dates

جدول ۳- تخمین پارامترهای مدل دوتکه‌ای در هر یک از مراحل نموی در ماش

Table 3. Parameter estimation of segmented model in different developmental stages of mungbean

مرحله نمو Developmental stages	پارامترها Parameters				R2	F value
	a	b	c	d		
PD-R1	-143.4	54.9	0.03	398	0.88	20.91*
R1-R5	-37.3	45.4	0.08	217.0	0.28	1.17 ns
R5-R7#	-0.04	14.2	-	-	0.82	13.74*
PD-R7	-170.5	52.3	0.01	328.4	0.99	341.01**

در این مرحله نموی a و b به‌ترتیب شیب خط و عرض از مبدأ در رگرسیون خطی ساده می‌باشند.

**: معنی‌دار در سطح ۱ درصد، *: معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ns: غیر معنی‌دار

a and b are slope and intercept of the simple linear regression in this developmental stages, respectively.
**: significant at 1% level; *: significantat at 5% level and ns: non-significant

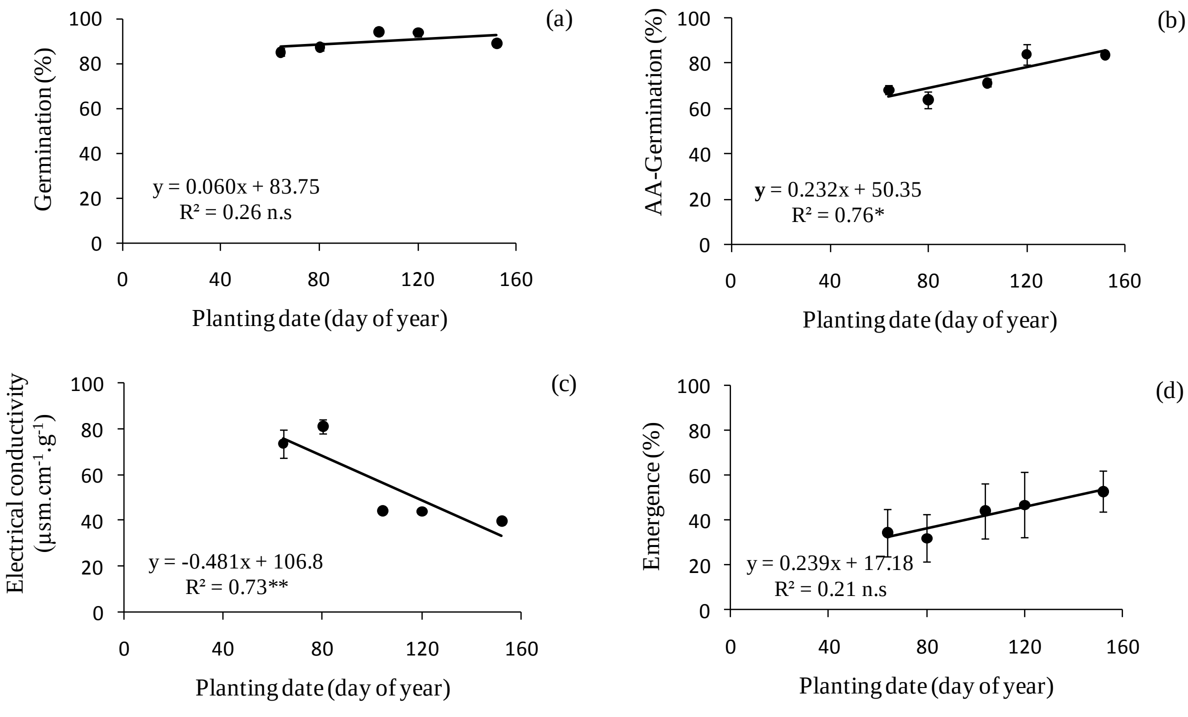
جدول ۴- نتایج تجزیه همبستگی بین طول هر یک از مراحل نموی ماش (روز دمایی) و طول دوره روشنایی (ساعت)

Table 4. The results of correlation analysis between the length of different developmental stages in mungbean (thermal day) and photoperiod (hours)

		طول مراحل نموی (روز دمایی) **Length of developmental stages (thermal day)**			
		PD-R_1	**R_1-R_5**	**R_5-R_7**	**PD-R_7**
طول دوره روشنایی (ساعت)	PD-R_1	0.36^{ns}	-	-	0.16^{ns}
Photoperiod (hours)	R_1-R_5	-	0.48^{ns}	-	0.93**
	R_5-R_7	-	-	0.83**	0.91**
	PD-R_7	-	-	-	0.93**

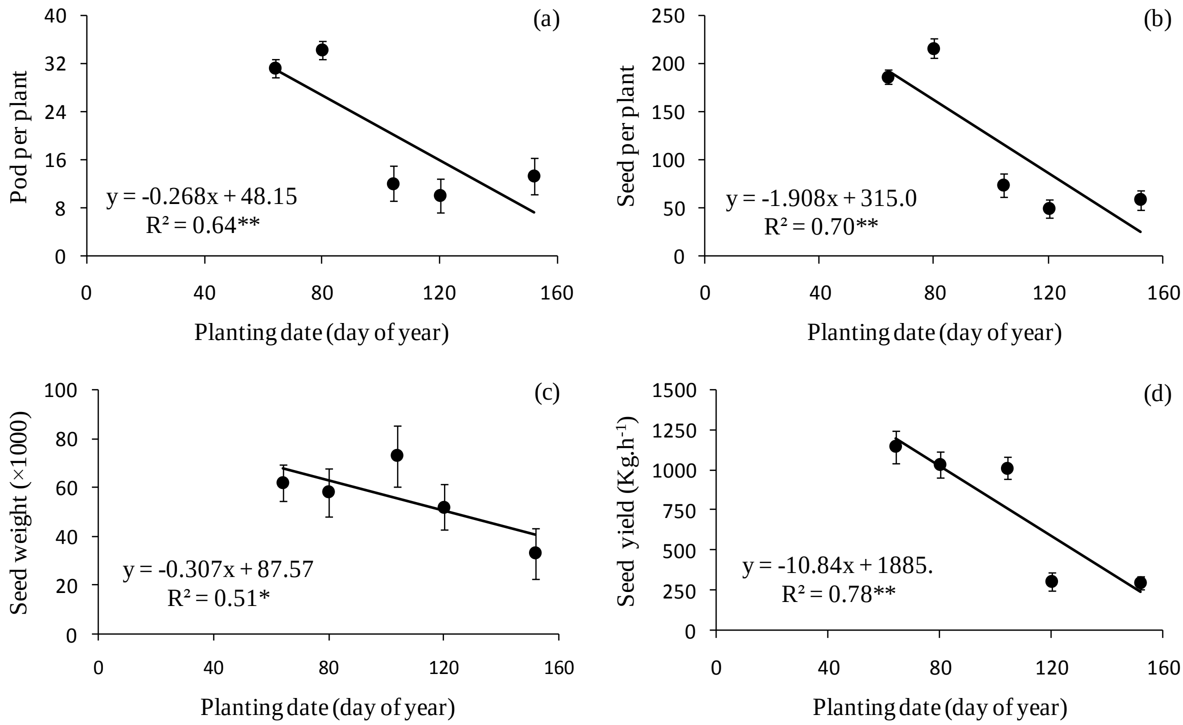
**: معنی‌دار در سطح ۱ درصد و ns: غیر معنی‌دار

**: significantat at 1% level, and ^{ns}: non-significant



شکل۳- اثر تاریخ کاشت بر درصد جوانه‌زنی قبل (a) و بعد از تسریع پیری (b)، هدایت الکتریکی (c) و درصد سبزشدن (d) ماش

Fig. 3. The effect of planting date on seed germination before (a) and after (b) accelerated aging, electrical conductivity (c), and emergence percentage (d) of mungbean



شکل ۴- اثر تاریخ کاشت بر تعداد غلاف در بوته (a)، تعداد بذر در بوته (b)، وزن بذر (۱۰۰۰×) (c)، و عملکرد بذر (d) در ماش

Fig. 4. The effect of planting date on the number of pods per plant (a), the number of seeds per plant (b), seed weight (×1000) (c), and seed yield (d) in mungbean

جدول ۵- تجزیه همبستگی بین کیفیت و عملکرد بذر و طول هر یک از مراحل نموی بر اساس روز دمایی تجمعی

Table 5. The correlation analysis between seed yield and quality and the length of different developmental stages based on the cumulative thermal day

		کیفیت بذر **Seed quality**				عملکرد بذر **Seed yield**			
		G	**GAA**	**EC**	**EP**	**NP**	**NS**	**SW**	**YLD**
روز دمایی تجمعی Cumulative Thermal day	$PD-R_1$	0.13 ns	-0.66**	0.51*	-0.28 ns	0.46 ns	0.56*	0.71**	0.75**
	R_1-R_5	-0.33 ns	-0.53*	0.87**	-0.33 ns	0.89**	0.89**	0.01 ns	0.43 ns
	R_5-R_7	-0.28 ns	-0.66**	0.71**	-0.33 ns	0.76**	0.77**	0.58*	0.92**
	$PD-R_7$	0.04 ns	-0.74**	0.76**	-0.38 ns	0.70**	0.78**	0.74**	0.85**

**: معنی‌دار در سطح ۱ درصد، *: معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ns: غیر معنی‌دار.

**: significant at 1% level,*: Significant at 5% level and ns: non-significant

نتایج این تحقیق نشان‌دهنده افزایش کیفیت بذر ماش در کشت‌های تأخیری بود. با تأخیر در کاشت، بذرهای تولیدشده از استعداد جوانه‌زنی بالاتری برخوردار شدند. همچنین کاهش هدایت الکتریکی بذرهای تولیدشده با تأخیر در کاشت نشان دهنده بهبود ساختارهای غشایی به‌دلیل کاهش میزان ترشح مواد از پوسته بذر بود. به‌طورکلی کیفیت بذر طی دوره پرشدن بذر در مزرعه تحت تأثیر دو عامل مهم محیطی شامل دما و رطوبت نسبی هوا قرار می‌گیرد (Spears *et al*, 1997; Balduchi & McGee, 1987).

هر چند نحوه تغییرات کیفیت بذر ماش در پاسخ به دما در شرایط مزرعه تاکنون مورد مطالعه قرار نگرفته است، اما مطالعات بسیاری در این زمینه روی گیاه سویا که بی‌شباهت به ماش نیست، انجام شد. این مطالعات نشان دادند که وقوع دمای بالا طی دوره پرشدن بذر و رسیدگی باعث کاهش کیفیت بذر این گیاه می‌شود. Egli *et al*, (2005) با حذف بذرهای غیرطبیعی و دارای آلودگی قارچی دریافتند که دمای بالا طی این دوره باعث کاهش کیفیت بذر می‌شود. این یافته‌ها با نتایج حاصل از آزمایش Gibson & Mullen (1996) مطابقت دارد. دماهای بالا باعث کاهش جوانه‌زنی و قدرت بذر در اتاقک رشد و محیط‌های تحت کنترل شد (Keigly & Mullen, 1986; Dornbos & Mullen, 1991; Zanakis, 1994).

دماهای ۳۳/۲۸ درجه سانتی‌گراد (روز/شب) (Keigly & Mullen, 1986)، ۳۵درجه سانتی‌گراد (Dornbos & Mullen, 1991) و ۳۵/۳۰ (Egli *et al*, 2005) طی دوره پُرشدن بذر جوانه‌زنی ارقام حساس را کاهش داد.

بنابراین، با توجه به مطالعات پیشین حداکثر دمای روزانه طی دوره پُرشدن بذر (R5-R7) تأثیر قابل‌توجهی بر کیفیت بذرهای تولیدشده دارد. در این مطالعه حداکثر دمای روزانه طی مرحله R5-R7 همواره بیش از ۳۵درجه سانتی‌گراد بود که چنین دمایی خود می‌تواند باعث کاهش کیفیت بذرهای تولیدی شود. در تاریخ کاشت اول حداکثر دمای روزانه طی مرحله R5-R7 حتی از دمای سقف برای پیش‌روی نمو ماش (۴۰درجه سانتی‌گراد) نیز فراتر رفت (شکل ۱، a). این رویداد می‌تواند دلیل خوبی برای توجیه این موضوع باشد که چرا کیفیت بذر در تاریخ کاشت اول کمتر از سایر تاریخ‌های کاشت بود.

از طرف دیگر، با تأخیر در کاشت طول دوره پُرشدن بذر (R5-R7) نیز به صورت خطی کاهش یافت (شکل ۲) که این نشان می‌دهد که با تأخیر در کاشت، مراحل نمو بذر به مدت کمتری در معرض شرایط محیطی و به‌ویژه دماهای بالا قرار گرفت. به علاوه این‌که زمان حرارتی تجمعی (درجه-روز رشد) تجربه‌شده توسط گیاه نیز که با تأخیر در کاشت کاهش یافت، خود نشان‌دهنده این واقعیت می‌باشد. کاهش طول دوره پُرشدن بذر همبستگی مثبت و معنی‌داری با طول دوره روشنایی طی این مرحله نموی نیز داشت (جدول ۴). بنابراین با تأخیر در کاشت، طول دوره روشنایی در نتیجه تعداد روزهایی که بذرها طی نمو خود با دماهای بالا مواجه شدند، کاهش یافت و کیفیت بذر افزایش پیدا کرد.

ظاهراً بارندگی و رطوبت نسبی مستقیماً قادر به تغییر کیفیت بذرهای تولیدی نمی‌باشد، اما می‌تواند از طریق تغییر در میزان شیوع قارچ‌های بذرزی به‌طور غیرمستقیم کیفیت بذر را تحت تأثیر قرار دهند (Keiser & Mullen, 1993). بنابراین، علاوه بر وقوع دماهای بسیار بالا (بیش از ۴۰ درجه سانتی‌گراد) در مرحله R5-R7 در تاریخ کاشت اول، وقوع بارندگی طی این مرحله نیز ممکن است در کاهش کیفیت بذر موثر بوده باشد (شکل ۱). با وجود وقوع دماهای بالا طی دوره پُرشدن بذر در تاریخ کاشت چهارم (۳۰ خرداد)، در این تاریخ کاشت کمترین رطوبت نسبی هوا مشاهده شد. بنابراین این موضوع را می‌توان علت بالاتربودن کیفیت بذر در این تاریخ کاشت در مقایسه با تاریخ کاشت‌های قبلی دانست. پایین‌ترین دمای هوا نیز در تاریخ کاشت پنجم مشاهده شد (شکل ۱). در این تاریخ کاشت بالاترین رطوبت نسبی هوا طی دوره پُرشدن بذر رخ داد، اما کاهش قابل‌توجه دمای هوا طی مراحل نمو بذر باعث افزایش کیفیت بذر شد. از این یافته‌ها می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری نمود که هرگاه دمای هوا و رطوبت نسبی به طور همزمان افزایش یابند و یا طی دوره‌ای که دمای هوا بالاست بارندگی نیز رخ دهد، کیفیت بذر کاهش بیشتری می‌یابد.

هرچند با تأخیر در کاشت کیفیت بذر ماش افزایش یافت، اما این تأخیر باعث کاهش بسیار زیادی در عملکرد و اجزای عملکرد بذر شد، به‌طوری‌که عملکرد بذر در تاریخ کاشت آخر در مقایسه با تاریخ کاشت نخست، به‌میزان ۸۴۵/۴ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت. به‌طورکلی، به‌دلیل کاهش طول دوره رشد گیاه (PD-R7) که در نتیجه تأخیر در کاشت رخ داد، عملکرد و اجزای عملکرد بذر همواره کاهش یافت (شکل ۲ و ۴). از طرف دیگر، عملکرد بذر بیشترین ضریب همبستگی (۰/۹۲) را با طول دوره پُرشدن بذر داشت (جدول ۵) و در نتیجه با تأخیر در کاشت و کوتاه‌شدن این دوره، عملکرد بذر نیز کاهش یافت (شکل ۴).

به‌علاوه، عملکرد بذر در بین اجزای عملکرد بیشترین همبستگی را با وزن بذر داشت (جدول ۶) که آن هم به طول دوره پُرشدن بذر (R5-R7) بستگی داشت (جدول ۵).

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد بذر

Table 6. Coefficients correlation between seed yield and its components

	NP	NS	SW	YLD
NP	1			
NS	0.99**	1		
SW	0.22	0.32	1	
YLD	0.71**	0.71**	0.78**	1

**: معنی‌دار در سطح ۱ درصد، *: معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ns: غیر معنی‌دار

**: significant at 1% level,*: significant at 5% level and ns: non-significant

از آنجا که سلامت بذر نیز در کنار جوانه‌زنی و قدرت بذر از مؤلفه‌های بسیارمهم کیفیت بذر است، لذا اندازه‌گیری این صفت و به‌خصوص تعیین میزان آلودگی بذرها به قارچ‌های بذرزی می‌تواند باعث شناسایی دقیق‌تر عوامل کاهنده کیفیت بذر شود. Gorzin (2013) با مطالعه بر روی سویا نشان داد که پس از دما، قارچ‌های بذرزی مهم‌ترین عامل کاهنده کیفیت بذر در کشت‌های زودهنگام می‌باشد. نامبرده همچنین نشان داد که استفاده از قارچ‌کش‌ها می‌تواند باعث کاهش آلودگی‌های قارچی در بذرها و در نتیجه افزایش قابلیت جوانه‌زنی و قدرت بذر شود. اگر چنین مشکلی در ماش نیز وجود داشته باشد، می‌توان با به‌کارگیری قارچ‌کش‌های مناسب، کیفیت بذر را در ماش نیز افزایش داد. در این صورت استفاده از کشت‌های زودهنگام یا بهاره که عملکرد بسیار بیشتری در مقایسه با کشت‌های تابستانه تولید می‌کنند، برای کشت مناسب‌تر خواهند بود. این موضوع می‌تواند در مطالعات آینده مورد توجه قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، با تأخیر در کاشت ماش، کیفیت بذر افزایش و عملکرد بذر کاهش پیدا کرد. همچنین مشخص شد که طول هر یک از مراحل نموّ (PD-R1، R1-R5 و R5-R7) نقش مهمی در تعیین میزان عملکرد و کیفیت بذرهای تولیدی دارد. کاهش طول هر یک از این دوره‌های نموی از طریق کاهش تعداد غلاف، بذر، و وزن بذر باعث کاهش عملکرد شدند. در این میان، کاهش طول دوره پُرشدن بذر نقش بیشتری در افت عملکرد ایفا نمود، چراکه طول این دوره نموی تأثیر قابل‌توجهی بر وزن بذر داشت و عملکرد بذر نیز از بالاترین ضریب همبستگی با وزن بذر برخوردار بود. از طرف دیگر، وقوع بارندگی و رطوبت نسبی بالا همراه با دماهای بسیار زیاد طی دوره پُرشدن بذر در کشت‌های زودهنگام باعث کاهش کیفیت بذر شد. ضمن این که کاهش طول دوره پُرشدن بذر (در نتیجه تأخیر در کاشت) باعث شد تا مراحل رشد و نمو بذر مدت زمان کمتری در معرض شرایط محیطی به‌ویژه دماهای بالا قرار گیرد و درنتیجه با تأخیر در کاشت، کیفیت بذر افزایش یافت. از آنجا که تاریخ کاشت مناسب، آن است که ضمن حفظ خصوصیات کیفی بذر در سطوح مطلوب، عملکرد بالایی نیز تولید کند، انتظار می‌رود با کاشت گیاه ماش در اواسط خرداد ماه بتوان ضمن دستیابی به عملکرد مطلوب، بذرهایی با کیفیت بالا نیز تولید کرد.

منابع

1. Anderson, L.R., and Vasilas, B.L. 1985. Effects of planting date on two Soybean cultivars: seasonal dry matter accumulation and seed yield. Crop Science 25(6): 999-1004.
2. Balduchi, A.J., and McGee, D.C. 1987. Environmental factors influencing infection of Soybean seeds by Phomopsis and Diaporthe species during seed maturation. Plant Disease 71(3): 209-212.
3. Calvino, P.A., Sadras, V.O., and Andrade F.H. 2003.Quantification of environmental and management effects on the yield of late-sown soybean. Field Crops Research 83(1): 67-77.
4. Dornbos, D.L., and Mullen, R.E. 1991. Influence of stress during soybean seed fill on seed weight, germination and seedling growth rate. Canadian Journal of Plant Science 35(2): 373-383.

5. Egli, D.B., Tekrony, D.M., Heitholt, J.J., and Rupe, J. 2005. Air temperature during seed filling and soybean seed germination and vigor. Crop Science 45(4): 1329-1335.
6. Fehr, W.R., and Caviness, C.E. 1980. Stages of Soybean Development. Iowa Agriculture. Experiment. Stn.
7. Ghassemi Golezani, K., and Hosseinzadeh Mahootchi, A. 2010. Seed Health Testing Methods. Published by Jihad of Mashhad University Press, 203 p. (In Persian).
8. Gibson, L.R., and Mullen, R.E. 1996. Soybean seed quality reductions by high day and night temperature. Crop Science 36(6): 1615-1619.
9. Gorzin, M. 2013. The effects of environmental conditions during pod filling period on soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) seed quality and its relationship with Phomopsis sp. in Golestan province. MSc. Thesis. Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources. (In Persian with English Summary).
10. Hampton, J.G., and TeKrony, D.M. 1995. Handbook of vigor test methods. The International Seed Testing Association, Zurich. p. 117.
11. Hashemi Jazi, S.M. 2001. Effects of planting dates on growth and development stages and some agronomic and physiological characteristic in five soybean cultivars. Iranian Journal of Crop Sciences 3(4): 49-59. (In Persian with English Summary).
12. Kantolic, A.G., and Slafer, G.A. 2005. Reproductive development and yield components in indeterminate Soybean as affected by post-flowering photoperiod. Field Crop Research 93 (2): 212-222.
13. Keigley, P.J., and Mullen, R.E. 1986. Changes in soybean seed quality from high temperature during seed fill and maturation. Crop Science 26(6): 1212-1216.
14. Keiser, J.R., and Mullen, R.E. 1993. Calcium relative humidity effects on soybean seed nutrition and seed quality. Crop Science 33(6): 1345-1349.
15. Koocheki, A., and BanayanAval, M. 2007. Pulse Crops. Publication of Mashhad University. (In Persian).
16. Mayers, D.J., Laen, R.J., and Byth, D.E. 1998. Adaptation of Soybean (*Glycine max* L.) to the dry season of teopices. II. effect of genotype and environment on biomass and seed yield. Australian Journal of Agricultural Research 42(4): 517-530.
17. Mayhew, W.L., and Caviness, C.E. 1994. Seed quality and yield of short-season soybean genotypes. Agronomy Journal 86(1): 16-19.
18. Mengistu, A., Castlebury, L., Smith, R., Ray, J., and Bellaloui, N. 2009. Seasonal progress of Phomopsis longicolla infection on soybean plant parts and its relationship to seed quality. Plant Disease 93(10): 1009-1018.
19. Samarah, N.H., and Abu-Yahya, A. 2008. Effect of maturity stages of winter and spring sowen chickpea (*Cicer arietinum* L.) on germination and vigor of the harvested seeds. Seed Science and Technology 36(1): 177-190.
20. Sastawa, B.M., Lawan, M., and Maina, Y.T. 2004. Management of insect pests of soybean: effects of sowing date and intercropping on damage and grain yield in the Nigerian Sudan savanna. Crop Protection 23(2): 155-161.
21. Soltani, A., and Maddah, V. 2010. Simple Applications for Teaching and Research in Agronomy. Ecological Society of Shahid Beheshti University Press. 80 p. (In Persian)
22. Spears, J.F., TeKrony, D.M., and Egli, D.B. 1997. Temperature during seed filling and soybean seed germination and vigor. Seed Science and Technology 25(2): 233-244.
23. Woodstock, L.W., Furman, K., and Leffler, H.R. 1985. Relationship between weathering, deterioration and mineral leaching from cotton seeds. Crop Science 25(3): 459-466.
24. Zanakis, G.N., Ellis, R.H., and Summerfield, R.J. 1994. A comparison of changes in vigour among three genotypes of soybean (*Glycine max*) during seed development and maturation in three temperature regimes. Experimental Agriculture 30(1): 157-170.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 9, No. 2, 2018, p. 28-40

The assessment of Mungbean seed yield and quality changes in response to environmental factors in different planting dates

Hoseini[1], S.S., Ghaderi-Far[2], F., Soltani[3], A., Mohamad-Nejad[4], Y. & Gorzin[5*], M.

1. Former of MSc. Student in Agronomy, Islamic Azad University of Gorgan, Iran, farshidghaderifar@yahoo.com
2. Associate Professor, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Iran, farshidghaderifar@yahoo.com
3. Professor, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Iran, afsoltani@yahoo.com
4. Assistant Professor, Soil & Water Researh Department, Golestan Agricultural & Natural Resources Research & Education Center, AREEO, Gorgan, Iran, yonesmn@gmail.com
5. Ph.D Student of Agronomy, Golestan Agricultural & Natural Resources Reaserch Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Iran

Received: 24 April 2016
Accepted: 2 January 2017

DOI: 10.22067/ijpr.v9i2.53943

Introduction

Planting date is one of the important issues in agronomy that could be changing quantitative and qualitative characteristics of crop seeds. Planting date changes seed quality by providing different environmental conditions such as temperature, relative humidity, day length, radiation, and incidence of pathogens. It is also effective on seed yield. It affects duration of growth and development. A suitable planting date leads to optimal utilization of climatic conditions such as temperature, humidity, day length. It is also important for flowering and grain filling period to take place at the same time with favorite environmental conditions. As a result, it can improve seed yield and seed quality. Some factors such as high temperatures, frequent wetting and drying of air, high relative humidity, and continuous rainfalls have a significant negative effects on seed quality. These conditions during seed development reduce seed quality in the field. It is obvious that such conditions can be occurred on both early and late planting dates. Thus, according to an important role of planting date in determination of seed yield and quality, in this study the effects of environmental conditions during seed filling period on seed yield and quality of mungbean (*Vigna radiata* L.) were evaluated by implementing different planting dates in field conditions.

Materials & Methods

This experiment was conducted as a randomized complete block design with three replications at Agricultural Research Station of Gonbad during 2010, which is located at three kilometers northeast of the city, with latitude and longitude of 37˚16́ N and 55˚12́ E, respectively, and a height of 45 meters above sea level. In this study, the genotype VC-1973A was cultivated in five planting dates. The planting dates included April 21, May 10, June 3, June 20 and July 12. The mungbean developmental stages were divided into three stages includes planting to flowering (PD-R1), flowering to beginning of seed filling

*Corresponding Author: gorzin.agron@gmail.com

(R1-R5), and beginning of seed filling to seed maturity (R5-R7). Afterwards, the relationship between the length of these developmental stages and environmental factors (temperature, relative humidity, rainfall and photoperiod) occurring during these stages were evaluated in terms of yield and seed quality. Seed quality was determined via germination, accelerated aging, Electrical conductivity tests, and field emergence percentage. Data analysis was performed by SAS 9.1.3 (Institute, Inc), and Excel 2007 was used to draw figures.

Results & Discussion

The results showed that seed quality increased as a result of delayed planting date, whereas seed yield decreased. Germination of the aged seeds increased by 0.23% per day of delay in planting. On the other hand, the electrical conductivity per day of delay in planting decreased by 0.43 $\mu s.cm^{-1}.g^{-1}$ which reflects the increase in seed vigor. Delaying the planting date led to an increase in field emergence percentage of about 0.23% per day. In fact, in this study the lowest seed quality was observed for planting date April 21 (first planting date). The reason for this occurrence can be related to occurrence of very high temperatures (more than 40°C) and rainfall during seed development (R5-R7). Although the average air temperature during R5-R7 increased in the next planting dates, but the number of days that temperature was more than 40°C decreased, which consequently led to increased seed quality. Also, the length of R5-R7 decreased by delay in planting date, so filling period (R5-R7) was exposed to environmental factors (particularly high temperatures) for a shorter period. In contrast to seed quality, seed yield decreased linearly with delay in planting date. The highest seed yield (1144.4 $kg.ha^{-1}$) was achieved in the first planting date (April 21). Then, for each day that planting date was delayed, seed yield decreased by 10.84 $kg.ha^{-1}$, and finally in the last planting date (July 12) reached the lowest amount (299 $kg.ha^{-1}$). Reduction of the length of developmental stages (especially R5-R7) was the most important cause of seed yield loss.

Conclusion

Although, delay in planting date increased seed quality of mungbean, this delay reduced seed yield. Seed yield in the last planting date decreased 845.4 kg.ha-1 compared to the first planting date. In fact, delay in planting date decreased seed quantity, but increased its quality. The optimum planting date is the date that maintains the seed quality at a satisfactory level and produce high seed yield, simultaneously. Therefore, planting of mungbean in mid-June may lead to higher seed yield, as well as production of high-quality seeds

Keywords: Seed development, Seed germination, Seed vigor, Temperature, Thermal time